

95P 3487

B1

⑤

Int. Cl. 2:

G 21 C 19/30

(7)

①⑨ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



H₂-Nessung vorhanden,
 aber nicht implizit!

in Einleitung genannt!

DE 28 28 153 A1

①

Offenlegungsschrift 28 28 153

②

Aktenzeichen:

P 28 28 153.0-33

②

Anmeldetag:

27. 6. 78

④

Offenlegungstag:

3. 1. 80

③

Unionspriorität:

③② ③③ ③① —

⑤

Bezeichnung:

Kernreaktor mit einem flüssigen Kühlmittel

⑦

Anmelder:

Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim

⑦

Erfinder:

Deinlein, Hans, Ing.(grad.), 8500 Nürnberg; Kummer, Gottfried,
8521 Marloffstein

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 28 28 153 A1

- X -

VPA 78 P 9 3 5 0 BRD

Patentansprüche

1. Kernreaktor mit einem flüssigen Kühlmittel in einem
Kühlkreis, insbesondere mit Wasser, dem Wasserstoff zu-
5 gesetzt wird, mit einem Volumenausgleichsbehälter für
das Kühlmittel und mit einer Hochdruckpumpe, die aus
dem Kühlkreis entnommenes Kühlmittel nach einer Reini-
gung wieder in den Kühlkreis einspeist, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß dem Volumenausgleichs-
10 behälter (2) eine Umgehungsleitung (40) zugeordnet
ist, die mit der Saugseite der Hochdruckpumpe (26 bis
28) in Verbindung steht, und daß die Einspeisestelle
(43) für den Wasserstoff in einem flüssigkeitsgefüllten
Leitungsteil (25) auf der Saugseite der Hochdruckpumpe
15 liegt.
2. Kernreaktor nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß der Einspeisestelle (43)
eine Mischstrecke (51) nachgeschaltet ist.
20
3. Kernreaktor nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß der Mischstrecke (51)
ein Gasabscheider (58) nachgeschaltet ist.
- 25 4. Kernreaktor nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß der Gasabscheider (58')
mit einer Regeleinrichtung (70) verbunden ist, die die
Liefermenge einer Wasserstoffquelle steuert.
- 30 5. Kernreaktor nach Anspruch 3 oder 4, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß der Gasauslaß (64)
des Gasabscheiders (58') über einen Kompressor (65,66)
mit der Einspeisestelle (43) verbunden ist.

909881/0377

ORIGINAL INSPECTED

2828153

- 2 -

VPA 78 P 9350 BRD

6. Kernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die
Einspeisestelle eine Keramik-Filterkerze (75) ist.
- 5 7. Kernreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Gas-
raum (10) des Volumenausgleichsbehälters (2) in an
sich bekannter Weise mit einem Abgassystem verbunden
ist.

909881/0377

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT

Unser Zeichen

VPA 78 P 9 3 5 0 BRD

5 Kernreaktor mit einem flüssigen Kühlmittel

Die Erfindung betrifft einen Kernreaktor mit einem flüssigen Kühlmittel in einem Kühlkreis, insbesondere mit Wasser, dem Wasserstoff zugesetzt wird, mit einem Volumenausgleichsbehälter für das Kühlmittel und mit einer Hochdruckpumpe, die aus dem Kühlkreis entnommenes Kühlmittel nach einer Reinigung wieder in den Kühlkreis einspeist.

- 15 In dem Buch "VGB-Kernkraftwerks-Seminar 1970", insbesondere Seite 41, ist für einen Druckwasserreaktor ein Volumenregelsystem beschrieben, das u.a. auch zum Einspeisen von Chemikalien verwendet wird. Zu diesem System, das ständig von einem Teil des Primärkühlwassers durchströmt wird, gehört auch eine Begasung mit Wasserstoff. Damit soll der radiolytischen Zersetzung des Kühlmittels im Kernbereich entgegengewirkt werden.

Beim Bekannten wird der Wasserstoff in den zum Volumen

Sm 2 Hgr / 13.6.1978

909881/0377

regelsystem gehörenden Volumenausgleichsbehälter einge-
geben, in dem er über dem Flüssigkeitsspiegel als Gas-
polster vorhanden ist. Der H₂-Partialdruck im Gaspolster
wird entsprechend der gewünschten Wasserstoffkonzentra-
5 tion im Kühlwasser eingestellt.

Das Volumenregelsystem enthält, wie die genannte Lite-
raturstelle zeigt, Hochdruckpumpen, weil das im Volumen-
regelsystem auf relativ niedrigem Druck befindliche
10 Kühlwasser wieder in den Primärkreis des Druckwasserreak-
tors zurückgespeist werden muß, in dem bekanntlich
Drücke von zum Beispiel 160 bar herrschen.

Aufgabe der Erfindung ist eine Abwandlung des bekann-
15 ten Volumenregelsystems mit dem Ziel, die außerhalb
des Flüssigkeitsvolumens im Volumenausgleichsbehälter
vorhandenen Wasserstoffanteile zu verringern, damit die
Gefahr von Knallgasexplosionen bei Leckagen vollstän-
dig vermieden ist.

20 Erfindungsgemäß erreicht man das genannte Ziel dadurch,
daß dem Volumenausgleichsbehälter eine Umgehungsleitung
zugeordnet ist, die mit der Saugseite der Hochdruckpumpe
in Verbindung steht, und daß die Einspeisestelle für
25 den Wasserstoff in einem flüssigkeitsgefüllten Leitungs-
teil auf der Saugseite der Hochdruckpumpe liegt.

Bei der Erfindung wird der zuzuführende Wasserstoff un-
mittelbar in die Flüssigkeit eingegeben. Somit ist es
30 nicht mehr erforderlich, an den Volumenausgleichsbe-
hälter sehr hohe Anforderungen in bezug auf die Dichtig-
keit zu stellen, da bei Leckagen kein zündfähiges Ge-
misch mehr entstehen kann.

Der Einspeisestelle kann eine Mischstrecke nachgeschaltet sein. Dies ist ein Rohrleitungsstück mit Einbauten, das eine intensive Umlenkung der hindurchströmenden Flüssigkeit und damit eine Durchmischung von zuge-

5 setzten Gasanteilen bewirkt.

Der Mischstrecke kann ein Gasabscheider nachgeschaltet sein. Damit wird vermieden, daß größere Gasblasen auf der Saugseite der Hochdruckpumpe durch Wasserstoff-

10 überschuß auftreten. Außerdem kann der Gasabscheider vorteilhaft mit einer Regeleinrichtung verbunden sein, die die Liefermenge einer Wasserstoffquelle steuert. Als Wasserstoffquelle kommen handelsübliche Gasflaschen mit einer geeigneten Regelvorrichtung, zum Beispiel

15 einem Reduzierventil, in Frage.

Zusätzlich kann man den Gasauslaß des Gasabscheiders über einen Kompressor, vorzugsweise einen Membrankompressor, mit der Einspeisestelle verbinden. Hier wird

20 der im Gasabscheider aufgefangene Wasserstoff über die Einspeisestelle erneut in den flüssigkeitsgefüllten Leitungsteil mit der Einspeisestelle zurückgefördert. Ein weiterer Zusatz von Wasserstoff kann dann unterbleiben, bis die mit dem Gasabscheider in Verbindung

25 stehende Regeleinrichtung einen Bedarf an zuzuspeisendem Wasserstoff feststellt. Dabei wird vorausgesetzt, daß im Gasabscheider hinter der Wasserstoffeinspeisung praktisch nur Wasserstoff als Gas abgeschieden wird.

30 Die Feststellung des Wasserstoffgehalts kann mit Meßeinrichtungen, zum Beispiel mit einem Prozeß-Chromatographen, erfolgen. Des weiteren kann man auch mit anderen Gasanalysatoren arbeiten, wobei die Feststellung des Wasserstoffgehaltes nicht unbedingt kontinuierlich

erfolgen muß, sondern auch in gewissen Zeitabständen durchgeführt werden kann.

5 Die Einspeisestelle für den Wasserstoff kann vorteilhaft als Keramik-Filterkerzen ausgeführt sein. Man erreicht dadurch eine feine Verteilung, die die Lösung des Wasserstoffes im Kühlmittel begünstigt.

10 Der Gasraum des Volumenausgleichsbehälters, der bei der Erfindung nicht mehr zur Wasserstoffanreicherung benötigt wird, sollte so mit einem Abgassystem verbunden sein, daß im Gegensatz zum Bekannten der Wasserstoffgehalt im Gasraum mit Sicherheit unter 4% bleibt. Da nur oberhalb von 4% die Gefahr von Knallgasexplosionen besteht, wird
15 hier die Verbindung mit dem Abgassystem dazu benutzt, die Wasserstoffmenge klein zu halten, während beim Bekannten zum Zwecke der Begasung ein reines Wasserstoffpolster vorhanden ist.

20 Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnung Ausführungsbeispiele beschrieben, die jeweils anhand eines Ausschnitts aus einem Rohrlaufplan des Volumenregelsystems eines Druckwasserreaktors dargestellt sind.

25 In Fig. 1 ist mit 1 ein von dem nicht dargestellten Primärkühlkreis des Druckwasserreaktors kommender Leitungsstrang bezeichnet, der in einen Volumenausgleichsbehälter 2 führt. Der Volumenausgleichsbehälter ist in
30 seinem unteren Bereich 3 mit Kühlwasser gefüllt. Der Flüssigkeitsspiegel wird mit einer Meßeinrichtung 4 erfaßt, die eine Regeleinrichtung 5 beaufschlagt. Von dieser wird ein Abgabweventil 6 im Leitungsstrang 1 bzw. eine Nachspeisung über eine Leitung 7 mit einem Ven-

til 8 gesteuert. Das Ende 9 des Leitungsstranges 1
liegt unterhalb des Flüssigkeitsspiegels.

Im Volumenausgleichsbehälter ist der Gasraum 10 oberhalb
5 des Flüssigkeitsvolumens in ein nicht weiter dargestell-
tes Abgassystem eingefügt. Zu diesem Zweck führt ein
Leitungsstrang 12 vom Abgassystem über ein Ventil 13,
dessen Öffnung durch eine Regeleinrichtung 14 in Ab-
hängigkeit von einer Meßstelle 15 zum Beispiel auf einen
10 konstanten Durchsatz geregelt wird, zum Volumenausgleichs-
behälter 2.

Ein anderer Leitungszweig 18, der ebenfalls ein Regel-
ventil 19 besitzt, führt vom Gasraum 10 zum Abgassystem.
15 Seine Regeleinrichtung 20 wird jedoch von einer Meßstel-
le 21 auf konstantem Druck eingestellt. Mithin wird
der Gasraum 10 ständig gespült und zugleich auf einen
bestimmten Druck von zum Beispiel 3 bar gebracht. Der
Druck sollte über dem Wasserstoff-Partialdruck für den
20 gewünschten Wasserstoffgehalt liegen.

Der Volumenausgleichsbehälter 2 ist durch eine Saug-
leitung 25 mit drei Hochdruckpumpen 26, 27 und 28 ver-
bunden. Die Hochdruckpumpen sind über Mischstrecken 30,
25 31 und 32 und diesen vorgeschaltete Ventile 35, 36 und
37 parallelgeschaltet. Sie fördern das Kühlwasser in
den Primärkühlkreis zurück, von dem der Leitungsstrang 1
abzweigt.

30 Parallel zum Volumenausgleichsbehälter 2 ist eine Um-
gehungsleitung 40 angeordnet, die von dem Leitungs-
strang 1 zur Saugleitung 25 führt und mit einem hand-
betätigten Ventil 41 absperrbar ist. An der Umgehungs-
leitung 40 ist eine Einspeisestelle 43 für Wasserstoff
35 (H_2) vorgesehen, die eine Rückschlagklappe 44 und ein

Regelventil 45 umfaßt. Das Regelventil 45 wird von einer Regeleinrichtung 46 gesteuert, die in nicht weiter dargestellter Weise mit den Werten des Wasserstoffgehalts im Kühlwasser und dem Betriebszustand eines
5 Entgasungssystems gespeist wird. Die Meßleitungen dafür sind bei 47 und 48 angedeutet.

Zwischen der Einspeisestelle 43 und der Verbindungsstelle 50 der Saugleitung 25 mit den drei Hochdruckpumpen 26,
10 27 und 28 ist eine Mischstrecke 51 angeordnet, die zum Beispiel vier einzelne Glieder 52, 53, 54 und 55 umfaßt. Mit dieser Mischstrecke wird der eingespeiste Wasserstoff innig mit dem Kühlwasser vermischt, so daß einmöglichst vollständige Lösung des Wasser-
15 stoffs im Wasser erreicht wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist der Mischstrecke 51 ein Gasabscheider 58 nachgeschaltet, dessen Gasabzug 59 über ein Regelventil 60 mit einem Abgas-
20 system verbunden ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß hinter der Mischstrecke 51 kein freier Wasserstoff vorhanden ist, der im Bereich der Hochdruckpumpen 26, 27 und 28 etwa zu Gasblasen oder zu Kavitationen führen könnte. Das Regelventil 60 kann von seinem Regelsystem
25 61 geöffnet werden, wenn im Gasabscheider 58 Gas auftritt. Die Regeleinrichtung 46 speist dagegen Wasserstoff aus einer zentralen Quelle zwischen 2 ppm und 4 ppm Wasserstoffgehalt im Kühlmittel ein, wobei der Durchsatz als Fördermenge der Pumpen 26 bis 28 berücksichtigt
30 wird.

Der Druck im Volumenausgleichsbehälter 2 wird auf den Wasserstoffpartialdruck bei 4 ppm eingestellt. Damit ist eine Überschreitung des Wasserstoffgehalts von

4 ppm hinter dem Abscheider 58 nicht mehr möglich, und es müssen daher auch keine hohen Anforderungen an die Überwachung der Wasserstoffkonzentration gestellt werden. So kann eine diskontinuierliche Überwachung
5 durchaus genügen.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist der Einspeisestelle 43 ein Gasabscheider 58' nachgeschaltet, an dessen Dom 64 in Parallelschaltung zwei Membrankompressoren 65 und 66 angeschlossen sind. Die Membrankompressoren fördern über eine Leitung 68 in die Einspeisestelle 43. Mithin wird überschüssiger Wasserstoff, der im Abscheider 58' anfällt, in die Leitung 40 zurückgespeist. Gleichzeitig wird mit einer Regeleinrichtung 70
15 der Gasgehalt im Abscheider 58' über eine Meßeinrichtung 71 erfaßt. Damit wird das Regelventil 45 betätigt, wie durch die Wirkungslinie 72 angedeutet ist. Hier wird also die Wasserstoffeinspeisung von einer nicht weiter dargestellten Wasserstoffquelle unmittelbar vom Wasserstoffgehalt im Kühlmittel abhängig gemacht, der hinter
20 der Mischstrecke 51 ermittelt wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist die Einspeisestelle 43' in Parallelschaltung den Saugleitungen der
25 Pumpen 26, 27 und 28 zugeordnet. Die Einspeisestelle endet in Keramik-Filterkerzen 75 und umfaßt Regelventile 45', die mit einer Regeleinrichtung 76 in Verbindung stehen. Die Regeleinrichtung berücksichtigt als Führungsgrößen die Anzahl der eingeschalteten Pumpen 26
30 bis 28, wie durch die Wirkungslinien 77 angedeutet ist. Außerdem wird der nach den Pumpen vorliegende Wasserstoffgehalt, der kontinuierlich ermittelt wird, in der Regeleinrichtung 76 verarbeitet, wie durch die Wirkungslinien 78 angedeutet ist.

Zusammenfassung5 Kernreaktor mit einem flüssigen Kühlmittel

Kernreaktoren mit einem flüssigen Kühlmittel wird unter anderem zur Vermeidung von Korrosion Wasserstoff zugesetzt. Dies geschieht erfindungsgemäß auf der Saugseite
10 einer Hochdruckpumpe (26 bis 28), die das aus dem Kernreaktor entnommene Kühlmittel wieder einspeist. Das gereinigte Kühlmittel wird mit einer Umgehungsleitung (40) um den Volumenausgleichsbehälter (2) geführt, an der
15 die Einspeisestelle (43) für den Wasserstoff und eine nachgeschaltete Mischstrecke (51) vorgesehen werden können. Die Erfindung kommt insbesondere für Druckwasserreaktoren in Frage (Fig. 1).

- 11 -
Leerseite

THIS PAGE BLANK (Correct)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 13 -

2828153

78 P 9350 BRD 1/2

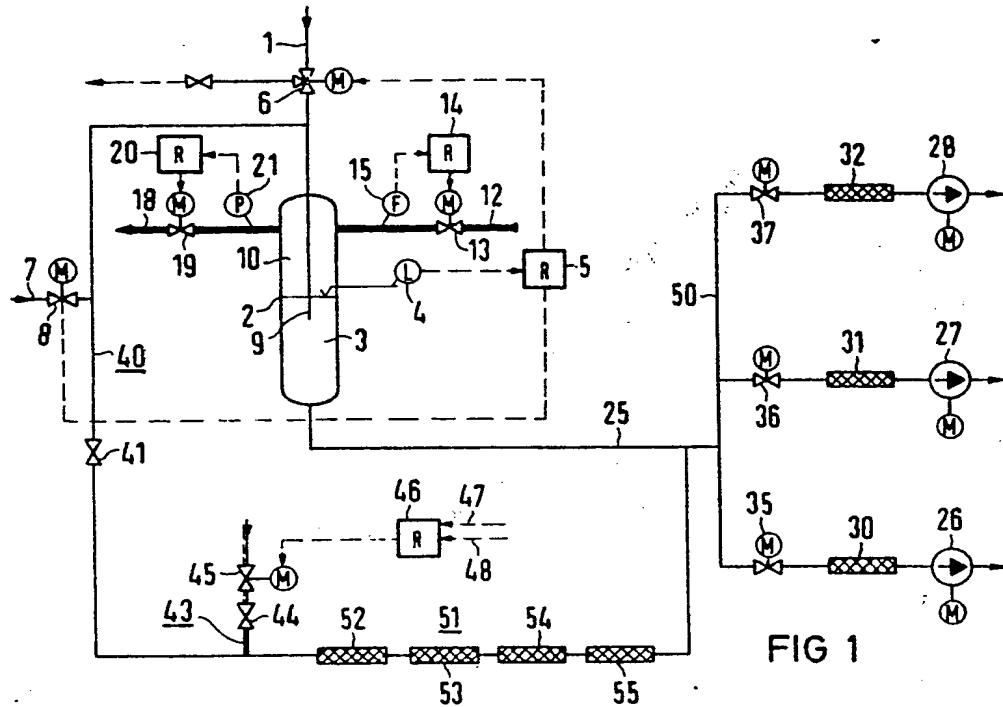


FIG 1

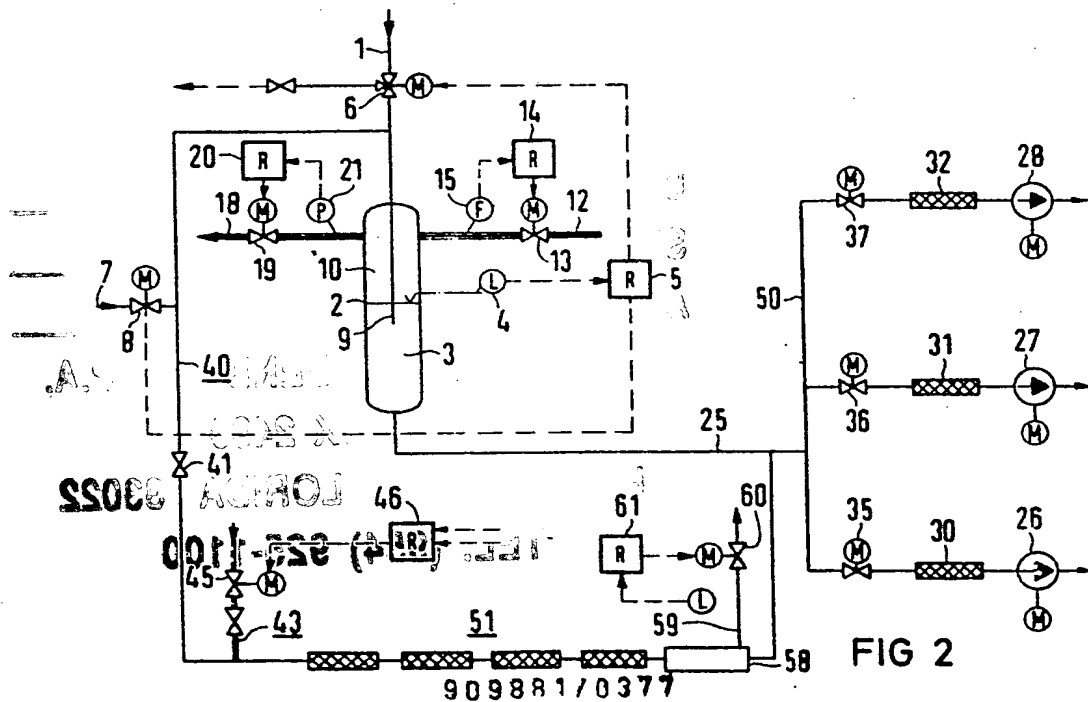


FIG 2

THIS PAGE BLANK

DOCKET NO. GR95PB487

SEE

APPEAL Anwer Putha wala et al

LEWIS AND GREENBERG, P.A.

BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100